



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 28 176 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 07 C 5/34**  
B 65 G 47/42  
B 65 G 47/46  
G 01 N 21/63

②① Aktenzeichen: P 41 28 176.4  
②② Anmeldetag: 24. 8. 91  
②③ Offenlegungstag: 25. 2. 93

DE 41 28 176 A 1

⑦① Anmelder:

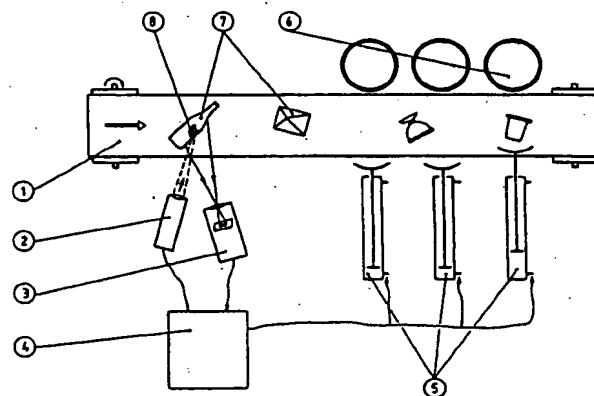
Blohm + Voss International GmbH, 2000 Hamburg,  
DE

⑦② Erfinder:

Hoogen, Norbert, 2056 Glinde, DE; Blickle, Klaus,  
2054 Geesthacht, DE

⑤④ Vorrichtung zur automatisierten Sortierung von Gegenständen

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Sortierung von Gegenständen, z. B. Abfallteilen wie Kunststoffen u. ä. Dazu wird vorgeschlagen, eine technische Einrichtung wie z. B. eine Förderbandanlage (1) in geeigneter Weise mit einer Strahlquelle (2) für hochenergetische elektromagnetische Wellen zu versehen, deren energiereicher Strahl die Gegenstände (7), die mit dem Förderband bewegt werden, kurzzeitig örtlich anregt, so daß aufgrund der Absorption durch das Material der Gegenstände Leuchterscheinungen (8) auftreten und ausgewertet werden mit dem Ziel, die Gegenstände einer Stoffgruppe zuzuordnen, so daß eine weitere Einrichtung (5) durch Steuersignale in der Lage versetzt wird, die gewünschte, automatisierte körperliche Sortierung der Gegenstände z. B. in unterschiedliche Behältnisse (6) zu bewerkstelligen (Fig. 1).



DE 41 28 176 A 1

## Beschreibung

Die allgemeine Forderung, zum Schutz der Umwelt und zur Schonung von Ressourcen Abfallrecycling zu betreiben, erfordert neue Technologien für die Umsetzung dieser Aufgabe. Neben dem Weg, in zunehmendem Maße schon bei der Konstruktion und Herstellung eines Gegenstandes durch Auswahl und Kennzeichnung von Werkstoffen auf die spätere Wiederverwertung Rücksicht zu nehmen, stellt sich heute die Aufgabe, aus dem Vielstoffgemenge "Müll" verwertbare Stoffe mit einem Höchstmaß an Differenzierung selektiv zurückzugewinnen. Es gibt Verfahren und Apparate, die Weiches von Hartem, Metall von anderen Stoffen u. ä. trennen können.

Die etablierten Verfahren kommen an ihre Grenzen, wenn z. B. Kunststoffteile nach Stoffgruppen getrennt werden sollen. Artenreiner Kunststoffmüll ist heute nur zu erreichen, wenn schon bei der Müllentstehung eine Vermischung mit Fremdstoffen vermieden wird. Eine alternative Möglichkeit besteht darin, Kunststoffgegenstände von Hand zu verlesen. Hierzu ist jedoch eine Person mit einer ausreichenden werkstofftechnischen Fachkenntnis erforderlich, die Fehlerquote kann beträchtlich und damit nicht tolerierbar sein, der Arbeitsplatz ist unattraktiv und die Vorgehensweise ist sehr lohnintensiv und wenig leistungsfähig.

Ziel der Erfindung ist es, eine funktionssichere und leistungsfähige Vorrichtung bereitzustellen, die die automatisierte Klassifizierung und Sortierung von Gegenständen wie z. B. Kunststoffteilen ermöglicht und die Arbeitsplätze mit der Gefahr von Belastungen durch Verletzungen oder Immissionen vermeidet bzw. beseitigt.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bereits bekannte Vorrichtungen wie Förderbandanlagen, Rutschen o. ä., auf denen die Gegenstände als einzelne Teile mit lichten Zwischenräumen aufgegeben werden, mit einer Vorrichtung zur werkstofftechnischen Klassifizierung der Gegenstände ausgerüstet werden.

Bei den bevorzugt zu behandelnden Kunststoffteilen wird die Eigenart ausgenutzt, daß das Material durch eine kurzzeitige Beaufschlagung mit einer energiereichen Strahlung angeregt wird, einerseits eine multispektrale, charakteristische elektromagnetische Signatur zu emittieren, die eine eindeutige Information über die stoffliche Zusammensetzung des Gegenstandes enthält. Durch Erfassung des emittierten Spektrums und Vergleich mit Spektren bekannter Stoffe wird bei Übereinstimmung ein Steuersignal erzeugt, welches den gewünschten Sortiervorgang auslöst.

Um ein geeignetes Emissionsspektrum zu erzeugen, sind Pulsleistungen im Bereich von 10 bis 100 Joule empfehlenswert; dieser Wert wird jedoch stark von den spezifischen Absorptionseigenschaften der Gegenstände und deren Oberflächen beeinflusst. Die Pulsdauer sollte weniger als 1 Millisekunde betragen. Die erforderliche Leistungsdichte im Fokus sollte einen Wert von  $10^6 \text{ W/cm}^2$  nicht unterschreiten. Bei Verwendung eines Nd:YAG-Festkörperlaser (Wellenlänge: 1060 nm) werden bei Anwendung dieser Parameter in Luft im Fokus Plasmatemperaturen in Höhen von 7000–8000 K erreicht. Bei Anwendung einer geeigneten Schutzgasatmosphäre werden Plasmatemperaturen von bis zu 10 000 K erreicht; durch diese Maßnahme wird zwar der technische Aufwand stark erhöht, man erhält aber auch ein stärker differenziertes Analyseergebnis. Für den Regelfall der Abfallklassifizierung dürf-

te dieser Zusatzaufwand nicht erforderlich sein.

Wesentlicher Bestandteil des Erfindungsgegenstandes ist, daß bei erfindungsgemäßem Gebrauch durch die Wahl der Betriebsparameter der Laserstrahlanregung im entstehenden Plasma an der Bestrahlungsstelle insbesondere bei organischen Proben eine ausreichende Selbstabsorption der Energie des Laserstrahls durch das austretende Plasma stattfindet, so daß eine Zusatzanregung durch eine Funkenstrecke o. ä. entfällt, d. h. die Intensität und Qualität der emittierten Strahlung reicht aus, um von dem Detektor (3) erfaßt und weiterverarbeitet zu werden.

Die Funktion der Vorrichtung (3) (Detektor) kann durch Spektrographen erfüllt werden, die z. B. durch Verwendung von Prismen oder Beugungsgittern mit nachgeordneten Photometern eine Echtzeiterfassung der emittierten Spektren durchführen. Dazu wird z. B. mit diskreten Photometern die Intensität von einzelnen, ausgewählten Spektrallinien erfaßt, bzw. mit linearen photosensitiven Bauelementen Bereiche oder das gesamte Spektrum diskretisiert und für eine nachfolgende elektronische Datenverarbeitung zur Verfügung gestellt. Durch den Vergleich der gemessenen Spektren mit abgespeicherten Mustern in der Baugruppe (4) wird ein Steuersignal gewonnen, welches durch Aktuatoren (5) in Sortiervorgänge umgesetzt wird.

Die vorgeschlagene Laserstrahlwellenlänge von 1060 nm, die vorzugsweise durch Nd:YAG-Festkörperlaser erzeugt wird, wird sehr gut von Polystyrolen (PM), Polycarbonaten (PC), Polysulfonen (PSO), Bakeliten u. ä. absorbiert. In reiner Form sind Polyformaldehyde (POM), Polyolefine und z. B. Polyamide (PA) für dieses Licht durchlässig. Da jedoch immer mit technischen Verunreinigungen, Beschichtungen oder auch Füllstoffen zu rechnen ist, ist das Verfahren grundsätzlich auch für diese Stoffgruppen geeignet.

Der Nd:YAG-Laser wird bevorzugt, da er neben der kommerziellen Verfügbarkeit gemäß den Anforderungen des Verfahrens robust und einfach in der Handhabung ist; ferner kann sein Laserlicht durch flexible Lichtwellenleiter geführt werden, wodurch eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Anordnung der Baugruppen gegeben ist. Ein CO<sub>2</sub>-Gaslaser mit einer Wellenlänge von 10,6 Mymeter ist jedoch ebenfalls grundsätzlich als Quelle für die Anregungsenergie geeignet, insbesondere wenn die o. gen. Stoffe in reiner Form vorliegen und für Strahlung im nahen Infrarot transparent erscheinen.

Eine Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten bietet ein Excimer-Laser, der im ultravioletten Bereich emittiert, und besonders bei Werkstoffen mit hohen Absorptionsquerschnitten im UV-Bereich von Vorteil ist. In diesem Fall ist es jedoch erforderlich, die verdampfte/ herausgelöste Materialwolke durch eine zusätzliche Energiequelle wie z. B. eine Funkentladung oder eine im infraroten Bereich emittierende Laserquelle thermisch anzuregen.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur automatisierten Sortierung von Gegenständen, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vereinzelungsvorrichtung, z. B. ein Förderband (1), mit einer Quelle (2) für elektromagnetische Strahlung und einer Baugruppe für die Erfassung von Emissionsspektren (Detektor (3)) – Auswerteeinheit (4)) ausgerüstet ist mit dem Ziel, anhand eines Vergleiches von gemessenen Emissionsspektren mit abgespeicherten Emissionsspektren eine stoffli-

che Identifizierung der Gegenstände (8) durchzuführen, die als Kriterium für einen nachfolgenden, automatischen Sortiervorgang dienen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlquelle (2) optische Bauelemente zur variablen Fokussierung des Strahls aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Fokusentfernung resp. der Fokusdurchmesser als auch die Richtung des Strahls, ggf. durch einen selbsttätig wirkenden Regelkreis, geändert werden kann, um die Funktion der Erfindung optimal auf die unterschiedliche Entfernung und Lage der Gegenstände abstimmen zu können.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlquelle (2) eine Laserstrahlquelle ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl thermisch emittierende Laser (Infrarot; z. B. Nd : YAG-Festkörper-Laser, CO<sub>2</sub>-Glaslaser) als auch im ultravioletten Bereich (z. B. Excimer-Laser) sendende Quellen Verwendung finden.

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuer- und Regelbaugruppe (4) vorhanden ist, mit deren Hilfe wesentliche Anwendungsparameter wie Fokusentfernung resp. Fokusdurchmesser und Strahlrichtung als auch der Zeitablauf der Strahleinwirkung und die Leistungsstufe der Strahlquelle adaptiv beeinflußt werden können.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Baugruppe zur Erfassung der Emissionsspektren (3) (Detektor) in der Lage ist, den Wellenlängenbereich von ultravioletter Strahlung bis zum infraroten Bereich (200 Nanometer bis 11 Mymeter) quantitativ zu detektieren.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß mehrerer diskrete Wellenlängenbereiche für die Auswertung herangezogen werden, die durch die bauliche Gestaltung des Detektors (3), z. B. durch selektive, diskrete Sensoren oder optische Filter, vorgegeben sind.

9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Erfindungsgegenstand sowohl mit einem Speichergerät als auch mit einem Apparat ausgerüstet ist, mit deren Hilfe die beim Betrieb der Erfindung gemessenen Signalmuster mit bekannten Mustern verglichen werden können, was beim Auffinden einer Übereinstimmung zur Bereitstellung eines Steuersignals führt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere Zusatzvorrichtungen (5) vorhanden sind, die aufgrund eines Steuersignals der Auswerte- und Kontrolleinheit (4) gemäß Anspruch 9, in der Lage sind, einem Gegenstand (7) einen Impuls zu verleihen, der diesem Gegenstand eine eindeutige, neue Bewegungsrichtung aufprägt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß diese Zusatzvorrichtung (5) aus einer mechanischen Klappe, einem Schieber o. ä. bestehen kann, die bspw. elektromechanisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigt werden.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufprägung des gewünschten Impulses auf den Gegenstand (7) durch einen Freistrahls, z. B. Druckluft, erfolgen kann, der durch

ein Ventil o. ä. gesteuert wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

